

Publication No. JP08-254501A

Name of invention : Method and Apparatus for Visual Inspection

[Abstract]

[Purpose] In the judgment algorithm of conventional test equipment, the rate that an experiential element occupies was large to creation of a judging standard, and needed a great labor and time for it.

Furthermore, it was difficult to apply the incorrect-distinguished data to be examined to a next inspection. Then, it aims at creating the standard which can perform the optimal judgment efficiently using a lot of data by what a statistical procedures is used for.

Constitution: The usual inspection mode and teaching mode are installed in test equipment. In teaching mode, a judging standard is created by the discriminant analysis used with sample data as a pretreatment. Next, it moves to inspection mode and inspects by the judging standard. And it teaches about the parts which produce an incorrect judging, and adds to sample data, and a judging standard is created again.

[Claim 1] In the visual-inspection equipment which forms the image pick-up equipment which picturizes an inspected object, and generates the code which shows the condition of a front face to be examined for each pixel by detecting the reflected light from the inspected object, the visual-inspection method is characterized by creating plurality indices which show the above-mentioned condition to be examined from the code, and asking for the discriminant function which separates between the categories based on the indices by teaching the index value which should belong to each of the category concerned according to the category for sorting out the inspected object beforehand decided in teaching mode.

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the visual-inspection equipment which forms the image pick-up equipment which picturizes an inspected object, and generates the code which shows a condition to be examined to each pixel which incorporates the reflected light for inspected and constitutes an image to be examined with this image pick-up equipment Two or more indexes which show the condition for [said] inspected from the code which shows said condition are created. The visual-inspection approach characterized by asking for the discriminant function which separates between said categories based on this index by teaching the index value which should belong to each of the category concerned according to the category for sorting out the subject of examination beforehand decided in teaching mode.

[Claim 2] In visual-inspection equipment, the image pick-up equipment which picturizes an inspected object is formed. With this image pick-up equipment Incorporate the reflected light for inspected, generate the code data which constitute an image to be examined and in which the condition of a front face to be examined is shown for every pixel, and it sets in teaching mode. By classifying said code data which the inspection result category understands beforehand according to this category, ask for a discriminant function and it sets to the verification mode. The visual-inspection approach characterized by having assigned the index value which might be based on said code to said discriminant function, having carried out the distinction classification for every category, incorporating the data concerned as sample data and carrying out teaching further when a misjudgment exception

occurs.

[Claim 3] In visual-inspection equipment, the image pick-up equipment which picturizes an inspected object is formed. With this image pick-up equipment The reflected light for inspected is incorporated and the code data which constitute an image to be examined and in which the condition of a front face to be examined is shown for every pixel are generated. With these code data In the test equipment classified into two or more categories which were able to define the subject of examination The discriminant function with two or more indexes of being based on code data aiming at determining whether to belong an object for any of two or more categories being based on said code data is inspected. Option with the verification mode and teaching mode is attained as an operating condition of test equipment, and it sets in teaching mode. By teaching the code pattern beforehand classified according to two or more categories Classification processing is performed with the discriminant coefficient which made the multiplier automatic decision of the discriminant function for classifying these into two or more categories, and was determined in the verification mode. The visual-inspection approach characterized by enabling correction of a multiplier by teaching further with the classified this code pattern in the verification mode if needed.

[Claim 4] Form image pick-up equipment in the space which meets the solder side of an inspected substrate, and two or more steps of light sources annularly arranged centering on the optical axis of this image pick-up equipment are arranged. Switch the lighting by this light source for every stage, irradiate towards a solder side, and the reflected light of a solder side is incorporated with said image pick-up equipment. The brightness ratio generates the include-angle code data corresponding to the include angle on the front face of solder of said inspected substrate. A teaching means to create the distinction criteria which create the index which shows the condition on the front face of solder, ask for a discriminant function with this index, and are classified according to a judgment category from this include-angle code data, Visual-inspection equipment characterized by having a means to substitute the index created from said include-angle code data for the discriminant function for which it asked with this teaching means, and to classify according to a category.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention performs efficient and objective creation of the criterion of a subject of examination (for example, condition of soldering) especially in substrate test equipment (for example, level difference lighting type soldering visual-inspection equipment) about the approach and equipment which inspect the condition of soldering according to the appearance of the mounting condition of central components.

[0002]

[Description of the Prior Art] It goes across the applicable field of visual-inspection equipment variably, and it has various things also about an inspection method. For example, the mounting condition of the electronic parts on the printed circuit board to which densification and diversification are progressing recently, the visual-inspection machine of a soldering joint, etc. are the example.

[0003] At the mounting process of the printed-circuit board used for electronic equipment, in order that the quality of the soldering part which joins the electronic parts carried on the substrate may influence product reliability, improvement in working capacity, automation of the soldering visual inspection aiming at activity quality reservation, and mechanization have become common.

[0004] As an example of such visual-inspection equipment, there is level difference lighting type soldering visual-inspection equipment. Radical Motohara ** is shown in JP,5-21403,B about level difference

lighting type test equipment itself, for example.

[0005] The image of the luminance distribution corresponding to a number of include angles of the light source which are equivalent to the image pick-up equipment installed up at a part for the number of stages of the light source is obtained by this changing the light source installed in the include angle from which plurality differs, and making the light switch on. Here, the data in the solder side of components can be specified by teaching beforehand the components location and land location on a substrate. By comparing two or more image data within the limits of this about the same pixel, the tilt angle on the front face of solder in that pixel is computed.

[0006] The test equipment which inspects the condition of soldering is introduced to JP,4-301549,A, JP,4-346011,A, JP,5-301549,A, JP,6-66528,A, etc. using the image information which switched and obtained such level difference lighting.

[0007] By the way, not only the level difference lighting test equipment explained above but the approach of the criteria creation for distinguishing in some categories which show the mounting condition of inspected components which was being performed conventionally Based on the code data with which the skilled operator was given as mentioned above The description of distribution of a code of appearing in common with components belonging to each category, such as lack of the amount of solder, excess, deficiency, non-solder, and an excellent article, is investigated and examined. Algorithms, such as a method which chooses a thing with the description, and a method distinguished applying several kinds of the description and applying to a screen, were created. However, even if it was the criterion which carried out in this way and was created, as a result of inspecting according to this, the rate which produces a misjudgment exception may be high. When such, reconsideration of a criterion is required and needed the great effort.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the above creation approaches of a time limits/maintenance check, by the time it algorithm[mathematization and]-izes it, using as a criterion the description (namely, code distribution peculiar to each category) which can distinguish inspected components in the suitable category which

shows the condition, much time amount, an effort, and experience will be required, and will serve as a subjective judgment of an operator. The algorithm which compounds how many kinds of those elements not only in one more description, and is distinguished When (for example, a case so that it can judge if it combines with another criterion although deficiency and oversolder are undistinguishable in a certain criterion) is adopted When the sequence of the combination is taken into consideration or how many kinds of characteristic pattern of that category has appeared in coincidence, weighting as priority must be performed to each description value in many cases. A trial experiment estimates in many cases to perform the setup, and it has time amount and experience to make next criterion creation reflect the actually carried-out experimental result.

[0009] In order that this invention may solve the above troubles, the objective criterion by statistical analysis processing is created, and improvement in an inspection rate and precision is aimed at [as a result] for the purpose of making it make the data according to misjudgment reflect in the process of criterion creation.

[0010]

[Means for Solving the Problem] This invention forms the image pick-up equipment which picturizes an inspected object, it incorporates the reflected light for inspected, generates the code which shows a condition to be examined to each pixel which constitutes an image to be examined, creates two or more data in which many properties, such as a configuration for inspected and a condition, are shown from this include-angle code, i.e., an index, and, thereby, creates distinction criteria with this image pick-up equipment using discriminant analysis.

[0011] In case the above discriminant analysis is used, the category for sorting out a subject of examination beforehand is defined, and the discriminant function which can separate between categories the optimal based on teaching the sample data of a large number which should belong to each of the category, and its data is created.

[0012] A new object is distinguished using this discriminant function. Furthermore, it enables it to build into sample data the data of the object carried out the misjudgment exception.

[0013]

[Function] using the discriminant analysis which is one of the

multivariate analyses -- statistical -- a lot of data -- a short time -- and treating objective is possible and reduction of costs can be aimed at. Moreover, on the occasion of renewal of a criterion, it can optimize more efficiently by adding the data which produced the misjudgment exception to the data for computing a discriminant function.

[0014]

[Example] The soldering test equipment previously explained as one example of this invention is explained below using drawing 4 and drawing 5 taking the case of level difference lighting type soldering visual-inspection equipment.

[0015] Drawing 4 is drawing showing the basic system configuration of level difference lighting type test equipment, and, for 1-1, as for the Nakagami stage lighting and 1-3, upper case lighting and 1-2 are [1 / the Nakashita stage lighting and 1-4] lower-berth lighting systems in a ring-like illuminator. For the store with which the X-Y stage to which 2 moves the image pick-up equipment for image inputs, such as a television camera, and the substrate in which 3 carried inspected IC package 10, and 4 include the video signal of image pick-up equipment 2, and 5 includes an A-D converter etc., and 6, as for a code generator and 8, a lighting transfer device and 7 are [a trolley table control unit and 9] the recognition processing sections.

[0016] In this test equipment, it has the annular light source 1 which has arranged the point light source for the optical axis of image pick-up equipment 2 to two or more steps as a core, and light is separately irradiated for every stage to the subject of examination on a substrate, and IC package 10. The substrate is carried on X-Y stage 3, and it is possible to move into the visual field of an image input unit, and to inspect all subjects of examination. Here, in order to make an understanding easy, radical Motohara ** is explained based on drawing 5 . As for the lead section and 102, in this drawing, 101 is [the solder section and 103] lands.

[0017] Although the light irradiated from the light source is reached and reflected in a solder front face etc., as for the light irradiated from the same include angle as everyone knows, the reflective direction changes with differences in the tilt angle of a reflector. When it puts in another way concretely, as for the light from whenever [angle-of-elevation / of the upper case lighting 1-1], a reflector will be evenly

reflected up at the time of a near include angle, and the light from the low include angle of the lower-berth lighting 1-4 will be reflected up at the time of an include angle with the reflector near 45 degrees. The image of the luminance distribution corresponding to a number equivalent to a part for the number of stages of the light source of include angles of the light source will be obtained by the image pick-up equipment installed up by changing return and the light source installed in the include angle from which plurality differs as mentioned above to drawing 4 , and switching it on. Here, the data in the solder side of components can be specified by teaching beforehand the components location and land location on a substrate. By comparing two or more image data within the limits of this about the same pixel, the tilt angle on the front face of solder in that pixel is computed.

[0018] In this way, the computed include angle is expressed as an include-angle code of 1-8 sequentially from a low include angle.

Drawing 3 and drawing 6 explain this. Drawing 6 is the external view which looked at the solder section to be examined from the slanting upper part, and shows drawing classified into this in the shape of a matrix. Drawing 3 shows the include-angle code given corresponding to this matrix.

[0019] (In addition, there is no mutual relevance in drawing 3 , the matrix number of partitions of drawing 6 , and a code.) That is, the value of the include-angle code shown in the example of drawing 3 does not show the condition of the example shown in drawing 6 .

Moreover, the matrix number of partitions is not in agreement.

Drawing 1 is a flow chart for explaining one example of this invention, and is actuation performed in the recognition processing section 9 of drawing 4 . Moreover, the hardware configuration of the soldering visual-inspection equipment used for explanation of the following examples is shown in drawing 4 .

[0020] In addition, the technique to ** which decomposes an image to be examined for every pixel, and gives the code according to the condition of the pixel, i.e., the include angle on the front face of solder, to each pixel is common knowledge as it was expressed previously.

[0021] Two or more explanation variates discriminant analysis indicates many of the properties to be here to the candidate for distinction summarized for every category of a certain (they are the

various elements for collecting into an index and homonymy, i.e., each category) It is the approach of distinguishing to which category a new object belongs from the value of these indexes based on the data (sample) of the past obtained for every category in which it is related that the include angle on the front face of solder is equivalent to it in the case of this example, and that condition is shown (prediction).

[0022] In distinguishing as an example the object which consists of two categories (for example, an excellent article and deficiency), based on the sample data brought together in both categories, the average of both categories, distribution, a covariance, and a correlation coefficient are computed, and it calculates the distance from the center of gravity of both the categories of the sample newly obtained using this. Here, considering the case where the distributed covariance matrix of both categories is equal, the miracle of the point that the distance from a center of gravity is equal serves as a straight line. Then, it is the method which distinguishes to which category it belongs by making this straight line (a discriminant function being called below) into a boundary line. In this case, a discriminant function is $z = a_1x_1 + a_2x_2 + c \dots$ (formula 1)

(-- however, a multiplier, x_1 , and x_2 are expressed with an index value, c is expressed with constant), and, as for z , $z = 0$ is defined as a boundary, as for a distinction score, and a_1 and a_2 .

[0023] In addition, the above discriminant analysis is explained to Modern mathematics company May 1, 1983 first-edition issue, Yutaka Tanaka, Kazumasa Wakimoto work "a multivariate statistics analysis method", etc. in detail.

[0024] Next, this actuation is explained concretely. In the flow chart of drawing 1, the whole is greatly constituted in the two modes. Namely, it is in the verification mode 11 for conducting inspection in-line [usual], and teaching mode 18 for extracting the data relevant to it in teaching various kinds of parameters with off-line ****. Since a hardware configuration top saves various data, it installs a database 91 (refer to drawing 4).

[0025] In inspecting by creating checking data newly, it creates the discriminant function first explained previously with teaching mode.

[0026] Based on the flow chart of drawing 1, this teaching mode is explained below. In the teaching mode 18, the code data on the front

face of solder of inspected components as shown in drawing 3 are created by the code generator 7 with the method which carried in the substrate which the inspection result understands beforehand and made reference by the item of a Prior art to the components mounted. Substrate carrying in, code data origination 20. It asks for about dozens of kinds of indexes which are the variable which shows the description of the object which analyzes in statistics processing in the recognition processing section 9 from this code data from some kinds. Calculation 21 of an index. Here, this index is explained. It is the value drawn by the thing (for example, do n division of the whole code matrix, and the average of the code of each partition is calculated) for which code data as shown in drawing 3 as an index are processed, or the element (code) of each of matrices is adopted in a form as it is.

[0027] Here, by explanation of the following examples, as an example, as shown in drawing 3 , it divides into two equally in the straight line P which shows code data by the dotted line, and the case where it distinguishes by making the average into an index value is explained. Two kinds of indexes will be created by two division into equal parts (if it is n division into equal parts n kinds of indexes). In addition, the class of category which asks for whether a matrix is divided in what kind of location or a rate is carried out determines.

[0028] As the dotted line P of drawing 3 shows as an example of two division into equal parts, when dividing code data up and down, the arithmetic mean of the code of the pixel contained about each partition of the divided bottom 31 and the bottom 32 is calculated. Now, the average of the bottom 32 is expressed with variable x_2 for the average of a top 31 to a variable x_1 and this appearance. Thus, it accumulates for every category which shows the mounting condition which defined the computed index value in order to classify as a judgment result beforehand. Instruction of a category and sample are recording 22 are performed.

[0029] In this example, the number of indexes is two and a category is taken as an excellent article and deficiency. That is, since an excellent article and deficiency understand beforehand the components to be examined at the time of teaching, the index value (x_1 , x_2) in an excellent article and the index value (x_1 , x_2) in deficiency will be accumulated. This actuation is repeated until the sample data of

amount sufficient about all categories (it is two in the case of an example) gather. A measurement size is optimum dose 19.

[0030] Next, it is said one formula a_1a_2 by using the technique of the discriminant analysis which is one of the multivariate analyses previously described using the collected sample data. -- It asks for c. Calculation 24 of a discriminant function.

[0031] Creation of this discriminant function is explained using drawing 2 and drawing 7. Drawing 7 shows the calculation 24 of the discriminant function of the drawing 1 flow chart more to a detail. In this discriminant analysis, the discriminant function (for example, the above-mentioned formula 1) which is a function for separating between all categories the optimal is calculated by distinguishing the sample code data constellations 33 and 34 (referring to drawing 2) classified and accumulated previously for every category. Two categories which show a mounting condition, the category of an excellent article, and the category of deficiency here When the average of the code which divides into two in middle the code data constellations 33 and 34 shown in the above-mentioned example, and is contained in each is distinguished by considering as an index (here) when the sample data given for every category is plotted on the two-dimensional flat surface which sets two shafts as x_1 and x_2 , distribution as each category shows to drawing 2 shall be taken, if the distributed covariance matrix of both categories is equal A discriminant function (formula 1) serves as the straight line 35 which connects the point that the distance from the center of gravity of both categories as shown in drawing is equal, and the distinction score z (value which is the result of assigning an index value to a discriminant function, and shows a distinction result) serves as distance (with a sign) to this straight line from each point. In the case of this example, the category distinguished by the positive/negative of the value of a distinction score is determined.

[0032] Drawing 7 is drawing showing the computation performed by the calculation 24 of a discriminant function. It asks for a discriminant function (a multiplier a_1 , a_2 --, a constant c) by the computation shown in this drawing.

[0033] This distinction score is saved. Preservation 25 of a distinction score. After performing the processing so far, it shifts to the

verification mode 11. It is 26 to the verification mode.

[0034] In the verification mode 11, an index is similarly created with the method explained in teaching mode to new components each which is an inspected object. Calculation of an index, count 13 of the distinction score z .

[0035] It determines whether to distinguish this index, i.e., a variable, to an excellent article and deficiency in which category, i.e., this example, by the distinction score z which may be substituted for a previous discriminant function. In the example of drawing 2, it distinguishes by the positive/negative of a distinction score. In this example, as explained previously, when [this] an excellent article category is 34 and a deficiency category is 33 (refer to drawing 2), a delimiter is attached and it saves separately in a database so that it can specify which solder side of which component of the how many inspected substrate it is about the computed distinction score and an index value as coincidence. Preservation 14 of an index and a distinction score. About this, it is a deed about inspected components total. After the termination 12 of total. Termination 17.

[0036] By the way, it may become clear after inspection that the distinction result of a certain inspected components is an error. In such a case, a discriminant function is reset in this example. That is, when it becomes clear that a distinction result is an error like the flow chart of drawing 1 and it is thought that resetting of a discriminant function (error distinction 15) is required, after the resetting 16 of a discriminant function, it moves to the teaching mode 18 again, the data carried out this misjudgment exception are searched with a previous delimiter out of the data which saved at inspection and coincidence (drawing 1 flow chart 14), and it adds to the sample data of the category from which that component should be distinguished essentially. It is addition 23 to a sample about the data according to misjudgment.

[0037] Next, processes including the added data until it computes a discriminant function are repeated, and a new discriminant function is created. Inspection is resumed with a discriminant function new after that at the verification mode. It becomes possible to make the data according to misjudgment reflect in the discriminant function created newly by this, and it becomes possible to attain optimization (if it to

put in another way criterion) of this function.

[0038] On the other hand, as a result of updating a discriminant function, when the inspection result to a new object is not good, it becomes possible by removing this to attain optimization.

[0039] Although the category of a solder gestalt was made into two kinds, an excellent article and deficiency, in the above explanation in order to simplify explanation In soldering inspection of a flight model, the category of for example, a defect gestalt (1) lead deflection, (2) Location gap (3) oversolder, the lack of (4) solder, (5) lead length gap, (6) deficiencies, (7) non-solder, (8) lead float, and (9) components stand, it (11) 11 [(10) lead strike slip and] Gets wet, and there is a defect etc. Therefore, including (12) excellent articles, to make the above categories, it is necessary to ask for at least 11 kinds of discriminant functions so that the whole can be divided into the category of 12. In such a case, some approaches can be considered. As shown in drawing 3 previously explained to the 1st, when the code data divided into two by the dotted line P are used the multipliers a_1 and a_2 shown by said formula 1 -- or By changing a_1 , a_2 , or a constant c , the category for which it asked by the discriminant of a dotted line 35 can be divided into two more categories with the discriminant function 36 shown in drawing 2 with an alternate long and short dash line, and it can also divide into four categories after teaching further. By dividing this into another category with still more nearly another discriminant function, asking for the category to need is possible. Thus, when it asks for a category hierarchical, the function of $N - (N - 1) / 2$ is needed (N is the number of categories).

[0040] In other examples, it increases and asks for the index which is the variable which shows the description of the object which performs analysis from the code data of the solder side of inspected components (for example, 12 kinds). Here, it draws by dividing the whole code matrix into six and calculating the average of the code of each partition. As the continuous line Q of drawing 3 shows as an example of 6 division, when dividing code data into two in the vertical direction at 3 and a longitudinal direction, the arithmetic mean of the code of drawing included about each divided partition is calculated. Each average is expressed with variable $X_{11} - X_{16}$. Thus, it accumulates every category of 12 which shows the mounting

condition which defined the computed index value in order to classify as a judgment result beforehand. This actuation is repeated until the sample data of amount sufficient about all categories gather. Next, by distinguishing and giving the sample code data classified and stored previously every category of 12 as previously stated using the collected sample data 11 kinds which are the functions for separating between all categories the optimal (a1, a2, ..., etc. are changed and they may be 11 kinds.) A discriminant function (formula 1:, however Variable x are set to x11, x12, x13, x14, x15, and x16) is calculated. Thus, the discriminant function for asking for 12 kinds of categories which show a mounting condition is computed.

[0041] As a result of updating a discriminant function, when the inspection result to a new object is not good, the index which has had a bad influence on distinction is investigated, and it becomes possible by correcting and changing this to attain optimization. The above actuation is as having explained previously, ends teaching mode and shifts to the verification mode.

[0042] In addition, although the example which used the level difference lighting system was explained in the above example in order to obtain the include-angle code data on the front face of solder. If, as for the condition on the front face of solder, the condition is known, even if it will not be based on such a level difference lighting system [be / of course / you / include-angle data] If it is data which the situation of a solder side understands, it is clear from the explanation that you may be equipment using illuminators according to color, such as the usual illuminator, or R, G, B.

[0043] Furthermore, this invention is visual-inspection equipment and a subject of examination is not restricted to a solder side. It cannot be overemphasized that it is used for checks of the mounting condition of a chip other than inspection of a solder side (for example, IC) etc. as it is.

[0044]

[Effect of the Invention] By the creation approach of the time limits/maintenance check of this invention, it is not necessary to algorithm[mathematization and]-ize it, not using as a criterion the description (namely, code distribution peculiar to each category) which can distinguish inspected components in the suitable category which

shows the condition, and a criterion can be created, and the criterion which is not a subjective judgment of an operator can be further created like before, without needing much time amount, an effort, and experience.

[0045] Since the criterion by this invention is an objective thing to depend on statistical analysis processing, it can be made to reflect in the process of criterion creation of the data according to misjudgment, as a result aims at improvement in an inspection rate and precision.

[0046] As mentioned above, since statistical technique is purely used for this invention, the rate of dependence to an experiential element becomes low, and it can eliminate a subjective element as much as possible, and can reduce the rating which teaching takes. Moreover, a criterion is easily correctable. Processing of still a lot of data can carry out in a short time, and reduction of time amount can be expected.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-254501

(43) 公開日 平成8年(1996)10月1日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88			G 0 1 N 21/88	F
G 0 1 B 11/24			G 0 1 B 11/24	C

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-57781

(22) 出願日 平成7年(1995)3月16日

(71) 出願人 000005429

日立電子株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地

(72) 発明者 住吉 正紀

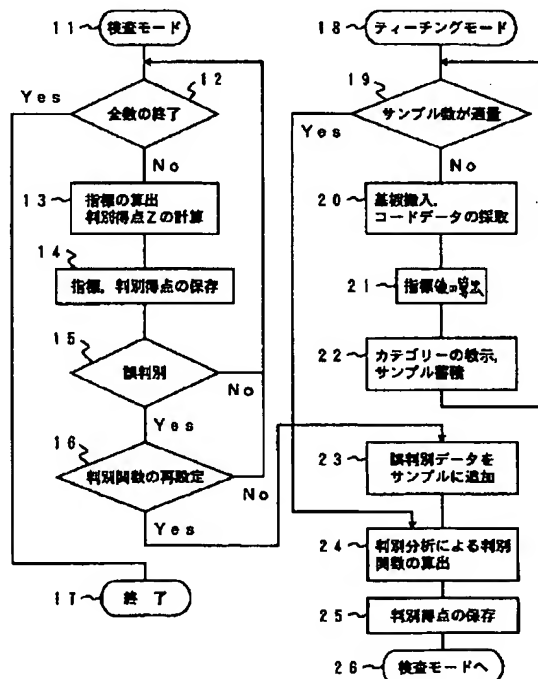
東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式会社小金井工場内

(54) 【発明の名称】 外観検査方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 検査装置における従来までの判定アルゴリズムでは、判定基準の作成に当って経験的要素の占める割合が大きく、多大な労力と時間を必要とした。さらに誤判別された検査対象のデータを次回からの検査に応用することが困難であった。そこで、統計学的手法を使用することにより、大量のデータを用いて効率的に最適な判定が行えるような基準を作成することを目的とする。

【構成】 検査装置に通常の検査モードとティーチングモードとを設置する。ティーチングモードで、前処理としてサンプルデータにより判別分析を用いて判定基準を作成する。次に、検査モードに移りその判定基準により検査を行う。ここで、誤判定を生じる部品については、教示を行ないサンプルデータに追加し再度判定基準を作成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の反射光を取り込み、検査対象の画像を構成する各画素に検査対象の状態を示すコードを生成する外観検査装置において、前記状態を示すコードより前記被検査対象の状態を示す複数の指標を作成し、ティーチングモードにおいてあらかじめ決められた検査対象を選別するためのカテゴリーに従い、当該カテゴリーの各々に属するべき指標値を教示することにより、該指標を基にして前記カテゴリー間を分離する判別関数を求めることを特徴とする外観検査方法。

【請求項2】 外観検査装置において、被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の反射光を取り込み、検査対象の画像を構成する各画素毎に検査対象の表面の状態を示すコードデータを生成し、ティーチングモードにおいては、予め検査結果カテゴリーが判っている前記コードデータを該カテゴリーに従い分類することにより判別関数を求め、検査モードにおいては、前記コードに基づき得られた指標値を前記判別関数に代入し、カテゴリー毎に判別分類し、さらに、誤判別が発生した場合には当該データをサンプルデータとして組み込みティーチングするようにしたことを特徴とする外観検査方法。

【請求項3】 外観検査装置において、被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の反射光を取り込み、検査対象の画像を構成する各画素毎に検査対象の表面の状態を示すコードデータを生成し、該コードデータにより、検査対象を定められた複数のカテゴリーに分類する検査装置において、前記コードデータを基に対象を複数のカテゴリーの何れかに属するかを決定することを目的としたコードデータに基づく複数の指標を持つ判別関数が検査されており、検査装置の動作条件として検査モードとティーチングモードとの任意選択が可能となっており、ティーチングモードにおいては、複数のカテゴリー別に予め分類されたコードパターンを教示することにより、これらを複数のカテゴリーに分類するための判別関数の係数自動決定を行ない検査モードにおいては決定された判別係数により分類処理を実行し、必要に応じ検査モードにおいて該分類したコードパターンにより更にティーチングにより係数の修正を可能としたことを特徴とする外観検査方法。

【請求項4】 被検査基板のはんだ面に対面する空間に撮像装置を設け、該撮像装置の光軸を中心に環状に配置した光源を複数段配置し、該光源による照明を各段毎に切り換えてはんだ面に向け照射し、前記撮像装置によりはんだ面の反射光を取り込み、その輝度比により前記被検査基板のはんだ表面の角度に対応する角度コードデータを生成し、この角度コードデータよりはんだ表面の状態を示す指標を作成し、該指標により判別関数を求め、判定カテゴリー別に分類する判別基準を作成するティー

チング手段と、該ティーチング手段により求めた判別関数に前記角度コードデータより作成した指標を代入し、カテゴリー別に分類する手段とを有することを特徴とする外観検査装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、はんだ付けの状態を、中心とする部品の実装状態の外観によって検査する方法と装置に関するもので、特に、基板検査装置（例えば段差照明式はんだ付け外観検査装置）において、検査対象（例えば、はんだ付けの状態）の判定基準の効率的かつ客観的な作成を行うものである。

【0002】

【従来の技術】 外観検査装置の応用分野は多岐に渡り、また、検査方式についても多様なものがある。例えば最近高密度化、多様化が進展しているプリント基板上の電子部品の実装状態や、はんだ付け接合部の外観検査機などもその例である。

【0003】 電子機器に使用されるプリント配線基板の実装工程では、基板上に搭載された電子部品を接合するはんだ付部分の良否が製品信頼性を左右するため、作業能率の向上や作業品質確保を目的とした、はんだ付外観検査の自動化、機械化が一般化している。

【0004】 このような外観検査装置の一例として、段差照明式はんだ付け外観検査装置がある。段差照明式検査装置そのものについては、例えば、基本原理が特公平5-21403に示されている。

【0005】 これは、複数の異なる角度に設置された光源を切り替えて点灯させることにより、上方に設置された撮像装置に、光源の段数分に相当する数の、光源の角度に対応した輝度分布の画像が得られる。ここで、基板上の部品位置及びランド位置をあらかじめ教示しておくことにより、部品のはんだ面でのデータを特定することができる。この範囲内の複数の画像データを同一の画素について比較することにより、その画素におけるはんだ表面の傾斜角を算出する。

【0006】 このような段差照明を切り換えて得た画像情報を用いて、はんだ付けの状態を検査する検査装置は例えば、特開平4-301549、特開平4-346011、特開平5-301549、特開平6-66528等に紹介されている。

【0007】 ところで、以上説明した段差照明検査装置に限らず、従来行っていた、被検査部品の実装状態を示すいくつかのカテゴリーに判別するための基準作成の方法は、熟練した作業者が上述のようにして与えられたコードデータをもとに、はんだ量の不足、過多、欠品、未はんだ、良品等、各々のカテゴリーに属する部品に共通して現れるコードの分布の特徴を調査・検討し、その特徴があるものを選択する方式や、その特徴を何種類か適用しふるいにかけて判別する方式などのアルゴリズムを

作成していた。ところが、この様にして作成した判定基準であっても、これに従って検査を行った結果、誤判別を生じる割合が高い場合がある。このようなときなど判定基準の再考が必要であり、多大な労力を必要とした。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述のような検査基準の作成方法では、被検査部品をその状態を示す適切なカテゴリーに、判別することが可能である特徴（すなわち、各カテゴリー特有のコード分布）を判定基準として数式化・アルゴリズム化するまでには、多くの時間と労力そして経験が必要であり、作業者の主観的な判定となる。さらに一つの特徴だけではなく、何種類かの要素を複合して判別するアルゴリズム（たとえば、欠品とはんだ過剰を有する判定基準では区別できないが、別の判定基準と組み合わせれば判定できるような場合）を採用した場合には、その組合せの順序を考慮したり、同時に何種類かのカテゴリーの特徴的なパターンが現れている場合には、各々の特徴値に対して優先順位としての重み付けを行わなければならない場合が多い。その設定を行うには試行実験により評価を行なう場合も多く、実際に実施した実験結果を次の判定基準作成に反映させるには時間と経験を有する。

【0009】本発明は前述のような問題点を解決するために、統計解析処理による客観的な判定基準を作成し、誤判別データを判定基準作成のプロセスに反映させるようにすることを目的とし、ひいては、検査速度と精度の向上を図るものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の反射光を取り込み、検査対象の画像を構成する各画素に検査対象の状態を示すコードを生成し、この角度コードより被検査対象の形状、状態等の諸特性を示す複数個のデータ、すなわち、指標を作成し、これにより判別分析を用いて判別基準を作成するものである。

【0011】上述のような、判別分析を用いる際は、あらかじめ検査対象を選別するためのカテゴリーを定め、その一つ一つのカテゴリーに属すべき多数のサンプルデータを教示していくことにより、そしてそのデータを基にしてカテゴリー間を最適に分離することのできる判別関数を作成する。

【0012】この判別関数を用いて新たな対象の判別を行う。さらに、誤判別された対象のデータをサンプルデータに組み込めるようにする。

【0013】

【作用】多変量解析の一つである判別分析を用いることにより、統計学的に大量のデータを短時間にかつ客観的に扱うことが可能であり費用の低減が図れる。また、判別関数を算出するためのデータに誤判別を生じたデータを追加することにより判定基準の更新に際して、最適化

をより効率よく行うことができる。

【0014】

【実施例】本発明の一実施例として先に説明したはんだ付け検査装置について、段差照明式はんだ付け外観検査装置を例に取り図4および図5を用いて以下説明する。

【0015】図4は段差照明式検査装置の基本システム構成を示す図で、1はリング状の照明器で1-1は上段照明、1-2は中上段照明、1-3は中下段照明、1-4は下段照明装置である。2はテレビカメラ等の映像入力用の撮像装置、3は被検査ICパッケージ10を搭載した基板を移動するX-Yステージ、4は撮像装置2の映像信号、5はAD変換器等を含む記憶装置、6は照明切り替え装置、7はコード生成部、8は移動テーブル制御装置、9は認識処理部である。

【0016】同検査装置においては、撮像装置2の光軸を中心として複数段に点光源を配置した環状の光源1を有し、基板上の検査対象、ICパッケージ10に対して各段ごとに別個に光を照射する。基板はX-Yステージ3上に搭載されており、全検査対象を映像入力装置の視野内に移動し検査することが可能となっている。ここで、理解を容易にするため、図5に基づき基本原理を説明する。同図において、101はリード部、102ははんだ部、103はランド部である。

【0017】光源より照射された光は、はんだ表面等に到達し反射されるが、周知のように同一の角度から照射された光は、反射面の傾斜角の違いによりその反射方向が異なってくる。具体的に換言すると、上段照明1-1の高角度からの光は反射面が平坦に近い角度のときに上方に反射され、下段照明1-4の低角度からの光は反射面が45°に近い角度のときに上方に反射されることになる。図4に戻り、前述のように、複数の異なる角度に設置された光源を切り替えて点灯させることにより、上方に設置された撮像装置には、光源の段数分に相当する数の、光源の角度に対応した輝度分布の画像が得られることになる。ここで、基板上の部品位置及びランド位置をあらかじめ教示しておくことにより、部品のはんだ面でのデータを特定することができる。この範囲内の複数の画像データを同一の画素について比較することにより、その画素におけるはんだ表面の傾斜角を算出する。

【0018】こうして算出された角度を低角度から順に例えば1から8の角度コードとして表現する。これを説明するのが図3と図6である。図6は、検査対象のはんだ部を斜め上方より見た外観図で、これにマトリックス状に区分けされた図を示している。図3はこのマトリックスに対応して与えられた角度コードを示す。

【0019】（なお、図3と図6のマトリックス分割数とコードには相互の関連性はない。すなわち、図3の例で示す角度コードの値は、図6に示す例の状態を示すのではない。また、マトリックス分割数は一致していない。）

図1は、本発明の一実施例を説明するためのフローチャートで、図4の認識処理部9で行われる動作である。また、以下の実施例の説明に用いるはんだ付外観検査装置のハードウェア構成は図4に示したものである。

【0020】なお、検査対象の映像を画素毎に分解し、各画素にその画素の状態、すなわち、はんだ表面の角度に応じたコードを付するまでの技術は先に述べた通り、周知である。

【0021】ここで、判別分析とは、あるカテゴリーごとにまとめられる判別対象に対して、その諸特性を示す複数個の説明変量（指標と同義、すなわち、それぞれのカテゴリーにまとめるための種々の要素で、この実施例の場合にははんだ表面の角度がそれに相当する）に関して、その状態を示すカテゴリーごとに得られている過去のデータ（サンプル）に基づき、これらの指標の値から新たな対象がどのカテゴリーに属するかを判別（予測）する方法である。

【0022】例として、2つのカテゴリー（例えば良品と欠品）からなる対象について判別を行う場合には、両カテゴリーに集められたサンプルデータをもとに、両カテゴリーの平均、分散、共分散、相関係数を算出し、これを用いて新しく得られたサンプルの両カテゴリーの重心からの距離を計算する。ここで、両カテゴリーの分散共分散行列が等しい場合を考えると、重心からの距離が等しい点の奇跡は直線となる。そこで、この直線（以下判別関数と称す）を境界線としてどちらのカテゴリーに属するかを判別する方式である。この場合、判別関数は $z = a_1 x_1 + a_2 x_2 + c \cdots$ （式1）

（ただし、 z は判別得点、 a_1 、 a_2 は係数、 x_1 、 x_2 は指標値、 c は定数）で表され、 $z=0$ が境界として定められる。

【0023】なお、以上のような判別分析については、（株）現代数学社1983年5月1日初版発行、田中豊・脇本和昌著「多変量統計解析法」等に詳しく説明されている。

【0024】次にこの動作を具体的に説明する。図1のフローチャートにおいて、全体は大きく2つのモードで構成されている。すなわち、通常のインラインでの検査を行うための検査モード11と、オフラインで各種のパラメータを教示したり、それに関連するデータを採取するためのティーチングモード18である。ハードウェア構成上は各種データを保存するためデータベース91（図4参照）を設置する。

【0025】新規に検査用データを作成し検査を行う場合には、初めにティーチングモードにより先に説明した判別関数を作成する。

【0026】以下図1のフローチャートに基づきこのティーチングモードについて説明する。ティーチングモード18において、あらかじめ検査結果が分っている基板を搬入し、実装されている部品に対して従来の技術の項

目で言及した方式により、図3に示すような被検査部品のはんだ表面のコードデータをコード生成部7で作成する。基板搬入、コードデータ作成20。このコードデータから、認識処理部9において、統計処理において解析を行う対象の特徴を示している変数である指標を数種類から数十種類程度求める。指標の算出21。ここで、この指標について、説明する。指標としては図3に示すようなコードデータを加工（たとえば、コードマトリクス全体を n 分割し各区画のコードの平均値を計算する等）することで導き出した値であったり、マトリクスの一つの要素（コード）をそのままの形で採用する。

【0027】ここで、以下の実施例の説明では一例として、図3に示すようにコードデータを点線で示す直線Pで2等分し、その平均値を指標値として判別を行う場合について説明する。2等分により、2種類の指標が作成されることになる（ n 等分であれば n 種類の指標）。なお、どのような位置でマトリクスを分割するか、あるいは何分割するかを求めるカテゴリーの種類により、決定する。

【0028】2等分の例として図3の点線Pで示すようにコードデータを上下に分割する場合、分割された上側31及び下側32の各区画について含まれる画素のコードの算術平均を計算する。いま、上側31の平均値を変数 x_1 、同様に下側32の平均値を変数 x_2 で表す。このようにして算出された指標値を、あらかじめ判定結果として分類するために定めた実装状態を示すカテゴリーごとに蓄積していく。カテゴリーの教示、サンプル蓄積22を行う。

【0029】この実施例では、指標は2種類で、カテゴリーは良品と欠品とする。つまり、ティーチング時の検査対象部品はあらかじめ、良品、欠品が分っているため、良品における指標値（ x_1 、 x_2 ）、欠品における指標値（ x_1 、 x_2 ）が、蓄積されることになる。この操作を全てのカテゴリー（実施例の場合は2つ）について充分な量のサンプルデータが集まるまで繰り返す。サンプル数が適量19。

【0030】次に、集められたサンプルデータを用いて先に述べた、多変量解析の一つである判別分析の手法を用いることにより、前記式1の $a_1 a_2 \cdots c$ を求める。判別関数の算出24。

【0031】この判別関数の作成について、図2、図7を用いて説明する。図7は図1フローチャートの判別関数の算出24をより詳細に示したものである。この判別分析では、先に分類・蓄積したサンプルコードデータ群33と34（図2参照）をカテゴリーごとに区別することにより、全てのカテゴリー間を最適に分離するための関数である判別関数（例えば前述の式1）が計算される。ここで、実装状態を示す2つのカテゴリー、良品のカテゴリーと、欠品のカテゴリーを、前述の例に示したコードデータ群33と34を中間で2分割し、各々に含

まれるコードの平均値を指標とすることで判別する場合（ここで、カテゴリごとに与えたサンプルデータを x_1 及び x_2 を2つの軸とする2次元平面上にプロットした場合、各カテゴリが図2に示すような分布をとるものとする）、両カテゴリの分散共分散行列が等しいと、判別関数（式1）は図のような両カテゴリの重心からの距離が等しい点を結ぶ直線35となり、判別得点 z （判別関数に指標値を代入した結果であり、判別結果を示す値）は各点からこの直線までの距離（符号付き）となる。この例の場合、判別得点の値の正負により判別されるカテゴリが決定される。

【0032】図7は判別関数の算出24で行われる計算処理を示す図である。同図に示す計算処理により、判別関数（係数 a_1 、 a_2 …、定数 c ）を求める。

【0033】この判別得点は保存しておく。判別得点の保存25。ここまでの処理を行った後、検査モード11へ移行する。検査モードへ26。

【0034】検査モード11では、被検査対象である新たな部品一つ一つに対して、ティーチングモードにおいて説明した方式により、同じように指標を作成する。指標の算出、判別得点 z の計算13。

【0035】この指標、すなわち、変数を先の判別関数に代入し得られる判別得点 z により、いずれのカテゴリ—すなわち、本実施例においては良品、欠品に判別するかを決定する。図2の例では、判別得点の正負により判別。先に説明したように、この実施例においては、良品カテゴリは34、欠品カテゴリは33である（図2参照）このとき同時に、算出された判別得点と指標値を何枚目の被検査基板のどの部品のどのはんた面であるか特定できるように識別記号を付けてデータベースに別途保存する。指標、判別得点の保存14。これを、被検査部品全数について行い。全数の終了12の後。終了17。

【0036】ところで検査後、ある検査した部品に対する判別結果が誤りであることが判明する場合がある。このような場合、本実施例では判別関数を再設定する。すなわち、図1のフローチャートのように判別結果が誤りであることが判明し、（誤り判別15）判別関数の再設定が必要であると考えられる場合、判別関数の再設定16の後、再度ティーチングモード18に移り、この誤判別されたデータを検査と同時に保存（図1フローチャート14）しておいたデータの中から先の識別記号により検索し、その部品が本来判別されるべきカテゴリのサンプルデータに追加する。誤判別データをサンプルに追加23。

【0037】次に追加したデータを含めて、判別関数を算出するまでの過程を繰り返し、新たな判別関数を作成する。その後検査モードで新たな判別関数により検査を再開する。このことにより、誤判別データを新規に作成する判別関数に反映させることが可能となり、同関数の

（換言すると判定基準の）最適化を図ることが可能となる。

【0038】一方、判別関数を更新した結果、新たな対象に対しての検査結果が良好でない場合には、これを取り除くことにより最適化を図ることが可能となる。

【0039】以上の説明では説明を簡単にするためにはんだ形態のカテゴリを良品と欠品の2種類にしたが、実用機のはんだ付検査の場合には、例えば不良形態のカテゴリは（1）リード曲がり、（2）位置ずれ（3）はんだ過剰、（4）はんだ不足、（5）リード縦ずれ、（6）欠品、（7）未はんだ、（8）リード浮き、

（9）部品の立ち、（10）リード横ずれ、（11）濡れ不良等がある。したがって、上記のようなカテゴリを作る場合は（12）良品を含め、全体を12のカテゴリに分割できるように、最低11種類の判別関数を求める必要がある。このような場合、いくつかの方法が考えられる。第1に先に説明した図3に示すように、点線Pで2分割したコードデータを用いた場合には、前記式1で示した係数 a_1 および a_2 もしくは、 a_1 または a_2 もしくは定数 c を変更することにより、図2に一点鎖線で示す判別関数36により、点線35の判別式で求めたカテゴリを更に2つのカテゴリに分け、更に、ティーチングの後、4つのカテゴリに分けることもできる。これを更に別の判別関数により別のカテゴリに分けることにより、必要とするカテゴリを求めることが可能である。このように階層的にカテゴリを求めていった場合には $N \cdot (N-1) / 2$ の関数が必要となる（ N はカテゴリの数）。

【0040】他の例では被検査部品のはんだ面のコードデータから、解析を行う対象の特徴を示している変数である指標を増して（例えば12種類）求める。ここではコードマトリクス全体を6分割し各区画のコードの平均値を計算することで導き出す。6分割の例として図3の実線Qで示すようにコードデータを上下方向に3、左右方向に2分割する場合、分割された各区画について含まれる図のコードの算術平均を計算する。それぞれの平均値を変数 $x_{11} \sim x_{16}$ で表す。このようにして算出された指標値を、あらかじめ判定結果として分類するために定めた実装状態を示す12のカテゴリごとに蓄積していく。この操作を全てのカテゴリについて充分な量のサンプルデータが集まるまで繰り返す。次に、集められたサンプルデータを用いて先に述べたとおり、先に分類・蓄積したサンプルコードデータを12のカテゴリごとに区別して与えることにより、全てのカテゴリ間を最適に分離するための関数である11種類（ a_1 、 a_2 、…等を変更し11種類とする。）の判別関数（式1：ただし、変数 x は x_{11} 、 x_{12} 、 x_{13} 、 x_{14} 、 x_{15} 、 x_{16} となる）が計算される。このようにして実装状態を示す12種類のカテゴリを求めるための判別関数を算出する。

【0041】判別関数を更新した結果、新たな対象に対しての検査結果が良好でない場合には、判別に悪影響を与えている指標を調査し、これを修正・変更することにより最適化を図ることが可能となる。以上の動作は先に説明した通りで、ティーチングモードを終了し、検査モードへと移行する。

【0042】なお、以上の実施例では、はんだ表面の角度コードデータを得るために段差照明装置を用いた例を説明したが、はんだ表面の状態はその状態が分かれば角度データでなくともよいことはもちろんこのような段差照明装置によらなくても、はんだ面の状況が分るデータであれば、通常の照明器あるいはR、G、B等の色別照明器を用いた装置であってもよいことは、その説明から明らかである。

【0043】さらに本発明は、外観検査装置であり、検査対象ははんだ面に限られるものではない。はんだ面の検査以外の、例えばICやチップ部品の実装状態のチェック等、にもそのまま用いられることは言うまでもない。

【0044】

【発明の効果】本発明の検査基準の作成方法では、被検査部品をその状態を示す適切なカテゴリーに、判別することが可能である特徴（すなわち、各カテゴリー特有のコード分布）を判定基準として数式化・アルゴリズム化するまでもなく判定基準を作成することができ、従来のように、多くの時間と労力、経験を必要とすることな

く、さらに、作業者の主観的な判定でない判定基準を作成することができる。

【0045】本発明による判定基準は統計解析処理による客観的なものであるため、誤判別データを判定基準作成のプロセスに反映させるようにすることができ、ひいては、検査速度と精度の向上を図るものである。

【0046】以上、本発明は、純粹に統計学的手法を用いるため、経験的要素に対する依存率が低くなり、主観的な要素を極力排除することができ、ティーチングに要する作業量を低減することが可能である。また、容易に判定基準の修正が行える。さらに大量のデータの処理が短時間でこなえ時間の削減が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のフローチャート。

【図2】本発明の実施例の判別処理説明図。

【図3】段差照明検査機におけるコード分布図。

【図4】段差照明検査機の構成図。

【図5】段差照明検査機の原理説明図。

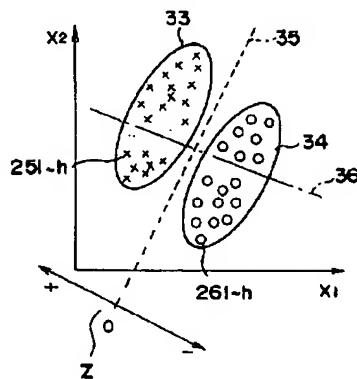
【図6】段差照明検査機におけるマトリックス構成図。

【図7】本発明の実施例のフローチャート。

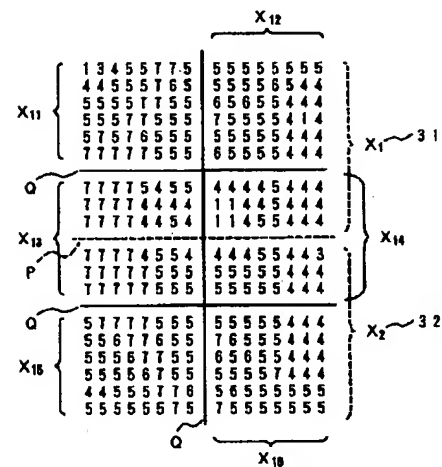
【符号の説明】

- 17 撮像装置
- 18 光源群
- 19 検査対象
- 20 基板
- 21 反射光の軌跡

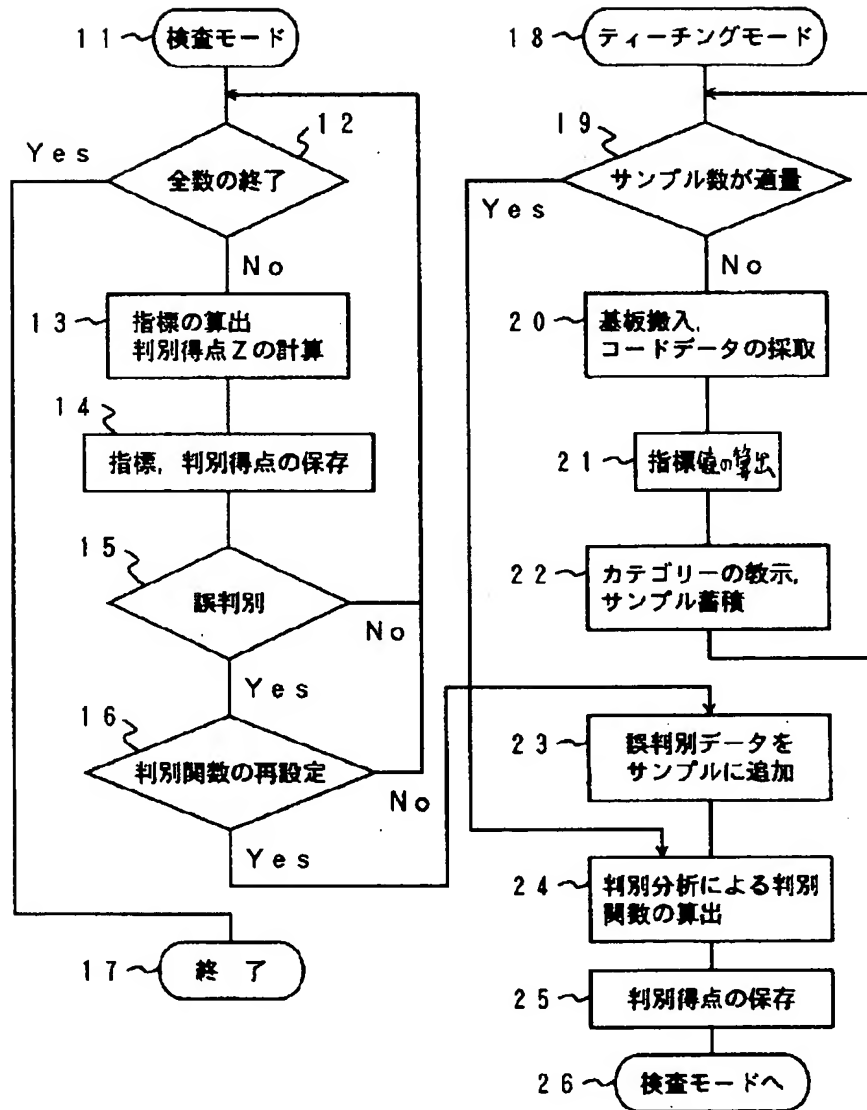
【図2】



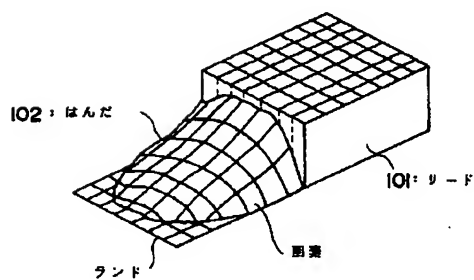
【図3】



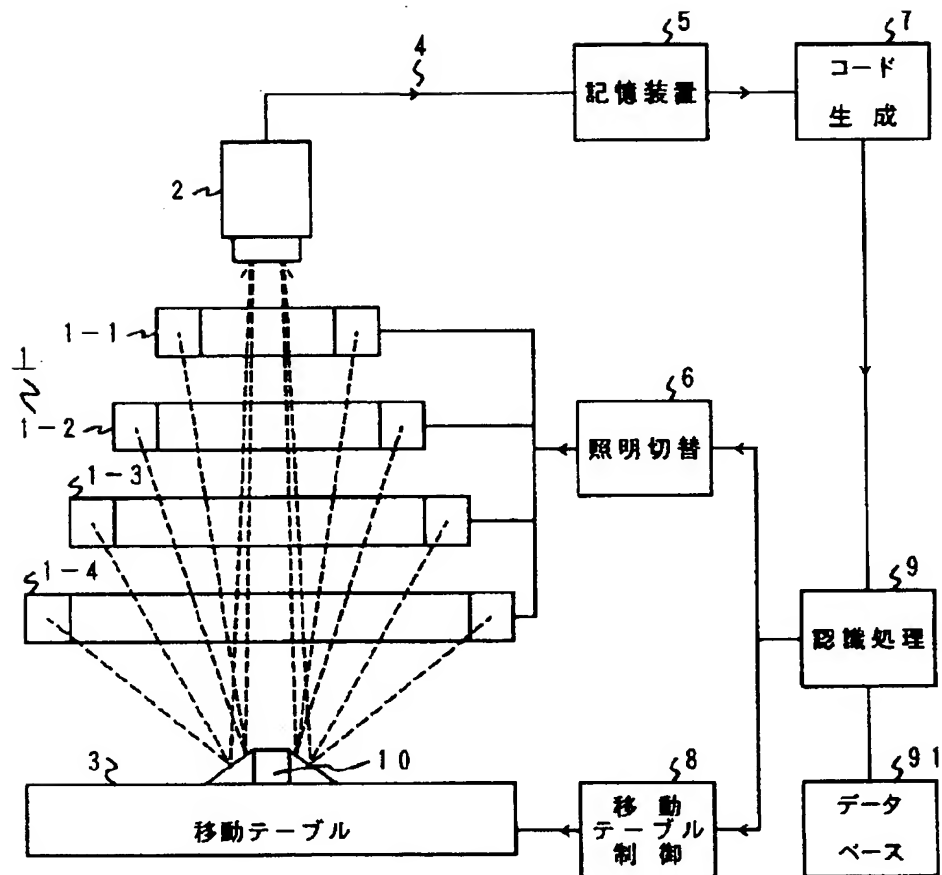
【図1】



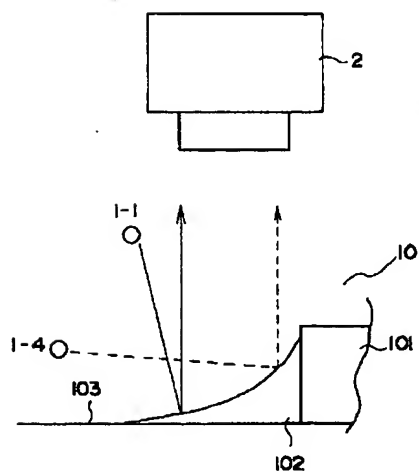
【図6】



【図4】



【図5】



【図7】

